

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-178399

(43)Date of publication of application : 27.06.2003

(51)Int.Cl.

G08G 1/16

B60R 21/00

G06T 1/00

G06T 7/60

(21)Application number : 2001-379166

(71)Applicant : AISIN SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 12.12.2001

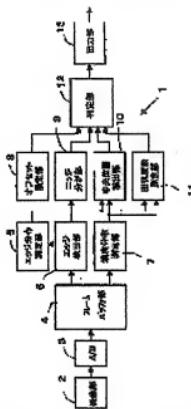
(72)Inventor : KAKINAMI TOSIYAKI

(54) LANE BOUNDARY DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect the lane boundary of a traveling lane in a stable state.

SOLUTION: An imaging part 2 is provided on a mobile body, and the imaging part 2 takes the image of the traveling lane 29 containing a white line 30 of a prescribed area. To the taken image data, a density histogram within a prescribed range is formed by a density distribution measurement part 7, and the aggregate of density histograms are grouped. A center position detection part 10 detects first center positions which are the centers of individual histograms, among the grouped histograms, on both lateral sides of a road width W0, and second center positions which are the respective centers of lateral white line groups 31 on the basis of the first center positions determined on both the lateral sides. A determination part 12 determines the lane boundary position on the basis of the respective second center positions of the lateral white line groups 31, and an output part 13 outputs the information containing the lane boundary position determined by determination to an external control device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動体に設けられた撮像手段によって、所定領域のレーンマークを含む前記移動体の走行レンンを撮像し、撮像した画像データに対して画像処理を行い、少なくとも單一のレーンマークの境界を検出する車線境界検出装置において、前記画像データに基づき、ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、前記ヒストグラムの集まりに対して、グループ化を行うグループ作成手段と、

グループ化された中で、個々のヒストグラムの中央となる第1中央位置を検出する第1中央位置検出手段と、前記第1中央位置に基づき、グループ化されたヒストグラムの中央となる第2中央位置を検出する第2中央位置検出手段と、

異なるグループ間の前記第2中央位置に基づき、前記レーンマークまたは前記レーンマークが複数存在するレーンマーク群の中央を検出する車線中央位置検出手段とを備えたことを特徴とする車線境界検出装置。

【請求項 2】 前記ヒストグラムは、前記画像データの画像濃度による画像ヒストグラムあるいは前記画像データの微分により求められるエッジのエッジヒストグラムであることを特徴とする請求項 1 に記載の車線境界検出装置。

【請求項 3】 前記画像データを微分した場合、正負のエッジを求め、前記グループ化された中での正負のエッジの状態に基づき走行レンンを求める、該走行レンンの幅 W_o 、グループ化されたレーンマーク群に対する左右のレーンマーク群の幅 W_L 、 W_R および左右のレーンマーク群の中のレーンマークの数 N_L 、 N_R を検出し、前記レーンマーク群の幅 W_L 、 W_R および左右のレーンマーク群の中のレーンマークの数 N_L 、 N_R より、前記レーンマークの標示形態を割り当て、該標示形態によりレーンマーク境界位置を求める特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の車線境界検出装置。

【請求項 4】 前記レーンマークまたは前記レーンマーク群が、単線、合流・分岐、豊坂線、ゼブラ、偶数本の多重線の場合には、前記走行レンン両側のレーンマークに対して最も内側を境界位置とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の車線境界検出装置。

【請求項 5】 前記レーンマーク群が、奇数本の多重線、複合線区間の車線境界線の場合には、グループ化されたレーンマーク群の中央位置あるいは重心位置をレーンマーク境界位置とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の車線境界検出装置。

【請求項 6】 前記レーンマーク群が、複合線区間、複合線区間の車道外側線・車線境界線の場合には、前記走行レンン両側の車線に対して最も内側に所定範囲 o を加えたものをレーンマーク境界位置とすることを特徴とする

る請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の車線境界検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、移動体が走行路（走行レンン）を移動走行する場合、走行レンンに設けられているレーンマーク（例えば、白線）の境界位置を検出する車線境界検出装置に関するものであり、特に、レーンマークの種類によらず、その境界位置を検出する車線境界検出装置に係わる。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 近年、車両においては、車両を走行レンンに沿って車線を追従させる自動走行装置、横風や居眠り等によりドライバーの意図とは逆に、車両が走行レンンより離れた場合、車両に備え付けられたステアリング操舵機構を用いて自動的にステアリング操舵機構を転舵して、車両の進行方向を走行レンンに対して追従させる自動操舵装置、或いは、車両走行中にドライバーの居眠り等により、車両が走行レンンから離れた場合に、ドライバーに対して注意を促す警報を発するレンン逸脱警報装置等において、白線の検出が必要となってくる。

【0 0 0 3】 例えば、この様な装置では、車両の進行方向に向けてカメラ（例えば、CCDカメラ）を車両に取り付け、車両に設けられた CCD ディスプレイにより、走行レンン前方の画面を取得する。そして、カメラによって撮像したカメラ画像を基に、画像処理技術を用いて、白線検出が行われる。

【0 0 0 4】 例えば、特開昭 63-142478 号公報に示される白線検出装置では、カメラにより外部環境を撮像し、カメラで撮像されたカメラ画像が明暗の変化する点集合からエッジ検出を行っている。そして、エッジの幅が所定幅以下である領域を白線候補とし、その領域の中心点の集合から白線のパターンを分類して、ハフ変換を施すことにより、白線検出を行う。

【0 0 0 5】 一般的に、走行レンンにおける白線検出は、カメラによって撮像した画像の中から、白線は路面よりも明るいという特性を利用し、走行レンンと白線とを区別する。具体的には、カメラにより得られたカメラ画像に対して微分を行い、白線の輪郭データを抽出後、路面に沿った方向に伸びるパターンの中で、白線の幅が 1.5 ~ 2.0 cm であり、白線相互の間隔はレンン幅として設計基準値相当であれば白線と判断している（例えば、特開平 6-119594 号公報参照）。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した白線検出の方法では、常に、車両が走行する走行レンンの両側に、1 本の白線が存在することを前提としており、通常は 1 本の白線だけでなく、複数本の白線や車線、ブロック状の白線といった数の種類が存在する。例えば、図 2 に示される様に、複数の走行レンンがある

場合におけるレーン幅Lの白線(a)、片側一車線における白線(b)、登坂車線における一方が破線で他方がブロック状の白線(c)、カーブやトンネル等の手前でスピードを落とす場所に設けられる実線と破線とブロック状白線で構成される白線(d)、(e)、センターラインと路側を示す白線、高速道路等において片側一車線の場所に設けられる暫定共用区間に設けられる白線(g)、(h)、車両が所定領域内に進入することを禁止するゼブラゾーンに設けられる白線(i)、分岐点や合流点に設けられた白線(j)等の様々なもののが存在する。これに白線に代表されるレーンマークの標示形態は、法令により定義されている。

【0007】上記した白線が路面上に設けられ、複数の白線が走行レーンに設けられた区間を、車両がその白線に沿って進行する場合、走行レーンの方向に沿って、平行な線分が複数本現れるため、走行レーンの白線との境界位置(レーンマーク境界位置)の特定が困難になってしまう。この時に、走行レーンのレーンマーク境界位置の特定が困難になると、走行レーンからはずれた走行を行う事となる。

【0008】よって、この走行検出を、移動体の走行を制御する車両制御装置に応用した場合には、所望の性能が不出せない場合が生じ得る。

【0009】よって、本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、走行レーンの車線境界を安定した状態で検出することを技術的課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために講じた技術的手段は、移動体に設けられた撮像手段によって、所定領域のレーンマークを含む前記移動体の走行レーンを撮像し、撮像した画像データに対して画像処理を行い、少なくとも單一のレーンマークの境界を検出する車線境界検出装置において、前記画像データに基づき、ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、前記ヒストグラムの集まりに対して、グループ化を行うグループ作成手段と、グループ化された中で、個々のヒストグラムの中央となる第1中央位置を検出する第1中央位置検出手段と、前記第1中央位置に基づき、グループ化されたヒストグラムの中央となる第2中央位置を検出する第2中央位置検出手段と、異なるグループ間の前記第2中央位置に基づき、前記レーンマークまたは前記レーンマークが複数存在するレーンマーク群の中央を検出する車線中央位置検出手段とを備えたことである。

【0011】上記した手段によれば、撮像手段により所定領域の車線を含む移動体の走行レーンを撮像して、画像データを得る。この得られた画像データに基づき、ヒストグラムを作成し、ヒストグラムの集まりを検出してグループ化を行う。そして、グループ化されたヒストグラムの中で、個々のヒストグラムの中央となる第1中央

位置を検出し、第1中央位置に基づき、グループ化されたヒストグラムの集まりの中で中央となる第2中央位置を検出する。更に、異なるグループのヒストグラム間どうしの第2中央位置に基づき、レーンマークまたはレーンマークが複数存在するレーンマーク群の中央を検出し、レーンマーク境界位置を決めるようになつて、画像データに基づくヒストグラムの作成により、安定したレーンマーク境界位置の検出が行える。例えば、走行レーンにおいて車線の汚れや影等による外乱が存在しても、ヒストグラム 자체が大きく変化せず、画像データのヒストグラムを基にし、安定した状態で走行レーンのレーンマーク境界位置が特定される。

【0012】この場合、ヒストグラムは、画像データの画像濃度による画像ヒストグラムあるいは画像データの微分により求められるエッジのエッジヒストグラムであれども、所定領域の画像濃度を単に累積することによって画像ヒストグラムの作成が行える。あるいは、画像データを単に微分することによりエッジを求めて、そのエッジを所定領域累積することによってエッジヒストグラムが求められて作成されるので、簡単な方法により走行レーンのレーンマーク境界位置が特定される。

【0013】また、画像データを微分した場合、正のエッジを求めて、グループ化された中での正のエッジの状態に基づき走行レーンを求める走行レーンの幅W_o、グループ化されたレーンマーク群に対する左右のレーンマーク群の幅W_L、W_Rおよび左右のレーンマーク群の中のレーンマークの数N_L、N_Rを検出し、レーンマーク群の左右の走行レーン幅W_L、W_Rおよび左右のレーンマーク群の中のレーンマークの数N_L、N_Rより、レーンマークの標示形態を割り当て、標示形態によりレーンマーク境界位置を求めるようにした。

【0014】上記した手段によれば、画像データからの正負のエッジを基にして走行レーンを求めて、車両に最も近い走行レーンと他の走行レーンとの間で最も広い空間を検出し、その空間を走行レーンの路面幅W_oと見なせ得る。そして、走行レーンの左右のレーンマーク群の幅W_L、W_Rおよび左右のレーンマーク群の中のレーンマークの数N_L、N_Rを求めて、レーンマーク表示形態を割り当てるこことによって、レーンマーク境界位置が簡単な方法により求められる。

【0015】この場合、レーンマークまたはレーンマーク群が、単線・合流・分岐、登坂車線、ゼブラ、偶数本の多重線の場合には、走行レーン両側のレーンマークに対して最も内側を境界位置とすれば、レーンマークまたはレーンマーク群が単線・合流・分岐、登坂車線、ゼブラ、偶数本の多重線の場合には、走行レーン両側のレーンマークに対して最も内側がレーンマーク境界位置となり、標示形態により確実にレーンマーク境界位置が特定される。

【0016】また、レーンマーク群が、奇数本の多重

線、複合線区間の車線境界線の場合には、グループ化されたレーンマーク群の中央位置あるいは重心位置をレーンマーク境界位置とすれば、レーンマーク群が、奇数本の多重線、複合線区間の車線境界線の場合には、グループ化されたレーンマーク群の中央位置あるいは重心位置をレーンマーク境界位置となり、標示形態により確実にレーンマーク境界位置が特定される。

【0017】更に、レーンマーク群が、複合線区間、複合線区間の車道外側線／車線境界線の場合には、走行レーン／車線の車線に対して最も内側に所定範囲 α を加えたものをレーンマーク境界位置とすれば、レーンマーク群が、複合線区間、複合線区間の車道外側線／車線境界線の場合には、走行レーン／車線の車線に対して最も内側に所定範囲 α を加えたものをレーンマーク境界位置となり、標示形態により確実にレーンマーク境界位置が特定される。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0019】図1は、車線境界検出装置（以下、本装置と単に称す）1のシステム構成図である。本装置1は、図2および図3に示す、様々なレーンマーク（ここでは、白線3の標示形態（a）～（j））を安定した状態で検出する。そこで、本装置1について、図1を参照して説明に入る前に、以下に手順事項を定義する。本実施形態においては、本装置1を移動体に搭載した例（具体的には、車両の前方に向けた撮像部2が取り付けられ、車両の進行方向を撮像する構成）についての説明を行うが、移動体は車両には限られるものではなく、移動が行える車両機械（例えば、ロボット等）であっても良い。また、撮像部2の取り付け方向は、車両の前後方向ではなく白線3が撮像される様、車両の方向であっても良い。更に、本実施形態においては、路面上に付設され、白色および黄色で書かれた線に代表されるレーンマークの事を、総称して白線3と称し、レーンマークがかたまって複数存在する集まりをレーンマーク群（白線群）31として定義する。

【0020】そこで、図1を参照して、本装置1を説明する。本装置1では、車両の進行方向における走行レーン29を含む風景が、車両の進行方向に向けて設けられた撮像部（カメラ）2により撮像される。この場合、車両の進行方向を撮像するカメラは、本実施形態では一例としてCCDカメラを用いているが、これに限定されるものではなく、赤外線カメラであっても良い。

【0021】撮像部2により得られた情報（カメラ画像）はアナログ信号であり、このアナログ信号はA/D変換器3に送られ、A/D変換器3によりデジタル化される。デジタル化された情報（デジタル画像データ）は、その後、フレームバッファ4に送られて、その後、エッジ検出部6および濃度分布測定部7に送られる。エ

ッジ検出部6では画像データからエッジが検出される。ここで検出されたエッジは、次にエッジ分布測定部5に入力される。また、これと同時に、エッジ検出部6により検出されたエッジはエッジ分析部9へと送られ、エッジ分析部9にて白線と走行レーンとの区別がなされる。【0022】中央位置検出部10は、エッジ分布測定部5および濃度分布測定部7からの情報により、白線30または白線群31の中央の値あるいはその幾何学的重心位置を検出する。更に、度数測定部11では検出された白線30または白線群31の状態が連續的な直線であるのか断続的な直線であるのかを検出する。

【0023】その後、判定部12ではこれらの検出された情報に基づき、図2に示す白線30の標示形態における走行レーン29と白線30とのレーンマーク境界位置判定を行う。そして、その判定結果を出力部13に伝え、出力部13は検出された白線30の標示形態およびそのレーンマーク境界位置情報を、外部の制御装置に出力する。尚、オフセット設定部8は、所定範囲内に白線がいくつも検出される複数線が白線群31の中には検出された場合、このオフセット設定部8にて設定される定数によって、白線30と走行レーン29とのレーンマーク境界位置を α だけ広げよう、白線間の間隔（走行レーンの間隔）を所定範囲 α だけ、広げる作用を有するものである。

【0024】この様な構成の本装置1は、外部に接続される回示しない制御装置に対して必要な情報（白線形態あるいは白線30と走行レーン29とのレーンマーク境界位置に関する情報）が送られる。この場合、上記した制御装置は、車両を走行レーン29に沿って追従させる自動走行装置、横風や居眠り等によりドライバーの意図とは別に、車両が走行レーン29より離れた場合にステアリング操舵機構を自動的に転舵して、車両の向きを走行レーン29に対して追従させる自動舵装置、或いは、車両走行中にドライバーの居眠り等により、車両が走行レーンから離れた場合にドライバーに対して注意を促す警報を発するレーン逸脱警報装置等に、信号出力を出して被すことができる。

【0025】更に上記した各ブロックについて、詳細に説明することにする。

【0026】撮像部2は、CCDカメラにより走行レーン29を含む風景を撮影し、撮像により得られたアナログデータを、A/D変換器3に伝達してデジタルデータ化して画像データを得る。画像データは、その情報を一時的に記憶するフレームバッファ部4に格納される。

【0027】エッジ検出部6は、フレームバッファ部4に格納された画像データに対し、エッジ検出処理を施して、画像データから輪郭線部分のデータを抽出する。この際、画像データからのエッジ検出は、公知のPrewittsのオペレーターを画像データに作用させて微分画像を得て、画像ノイズとなるレベル（ノイズレベル）以上の強

度を有する領域を検出し、その領域の重心位置を測定することにより、エッジの中央位置を求める、エッジ群の集まりを検出する。この様な手法によって、カメラ画像からエッジ点群を求めるが、この際、画像データをある走査線 4 1 に対して微分した場合、微分の極性が正のエッジデータ群と、負のエッジデータ群とをそれぞれ分けて記憶する。

【0028】エッジ分布測定部 5 は、フレームバッファ部 4 に格納された画像データに対し、走行レーン 2 9 の白線 3 0 が映り、且つ、走行レーン幅の最大値を考慮したカメラ画像の範囲内にウインドウ 4 2 の領域（ウインドウ領域）を設定する。そして、このウインドウ領域内にカメラ画像の横方向である走査線ごとにエッジが検出された点数（エッジ点数）を累積し、エッジヒストグラムを作成する。この場合、エッジヒストグラムは、ウインドウ 4 2 により定義される所定領域の画像データで作成してもよいし、1 本以上の走査線 4 1 の画像データのみで作成しても良い。また、エッジヒストグラムは、あるタイミングで撮像した 1 枚の画像から作成しても良いし、時間的に連続した複数枚の画像の画像データから作成しても良い。

【0029】エッジ分析部 9 は、エッジ検出部 6 にて求めた正と負のそれぞれのエッジ点群に対して、公知のough変換を適用して直線を検出する。この際、検出される直線は 1 本とは限らない。エッジ分析部 9 にて検出された直線群に対して、車両に最も直線と、それとは異なる直線との間隔が最も広い空間を探し求め、その最も広い空間を、走行レーン 2 9 の路面幅 W_o と見なす。この場合、その路面幅 W_o の左側に位置する直線は、角のエッジ群により生成される直線であり、その右側に位置する直線は、正のエッジ群により生成される直線である。この直線群 W_o 介して負のエッジ群により生成される直線と正のエッジ群により生成される直線との組合せを走行レーン 2 9 における最も左側の横界線を表すペア直線と見なすようにしている。また、このエッジ分析部 9 では、直線の数と幅をカウントする。つまり、前述の白線形態の分類処理の為に、路面幅 W_o の左のエッジ群により生成された直線の数 N_L をカウントすると共に、その右のエッジ群により生成された直線の数 N_R をカウントする。更には、路面幅 W_o の左のエッジ群による直線群の最大間隔 W_L と、右のエッジ群による直線群の最大間隔 W_R をエッジの間隔より算出する（図 4 参照）。上記した直線の数 N_L 、 N_R と、左のエッジ群の最大間隔 W_L および右のエッジ群の最大間隔 W_R は、図 3 に示す様に、撮像部 2 により逆行方向の白線 3 0 を撮像し、あるタイミングで撮像した 1 枚のカメラ画像から求めてても良いし、時間的に連続した複数枚のカメラ画像から作成した値の平均値により求めてても良い。

【0030】路面幅分布測定部 7 は、フレームバッファ部 4 に格納された画像データに対し、図 3 の如く、走行レ

ーン 2 9 の左右の白線 3 0 が映り、走行レーンの路面幅 W_o の最大値を考慮した所定の画像範囲内において、エッジ検出を行うウインドウ 4 2 を設定する。このウインドウ 4 2 の範囲（ウインドウ領域）内で、X 座標毎にウインドウ 4 2 の進行方向に対する Y 座標の奥行き分（ウインドウ 4 2 での Y 方向の幅）だけ濃度を累積して濃度ヒストグラムを作成する。この場合、濃度ヒストグラムを求める原画像の画像データは所定のウインドウ 4 2 の画像データで作成しても良いし、1 本以上の走査線 4 1 による画像データのみで濃度ヒストグラムを作成しても良い。また、他の形態として、濃度ヒストグラムのデータは、所定タイミングにて撮像した 1 枚の画像データから作成しても良いし、時間的に連続した複数の画像データを用いて作成しても良い。

【0031】中央位置検出部 10 は、濃度分布測定部 7 が抽出する図 4 の（a）に示される画像データの原画像におけるデータに対して、路面濃度以上との高いしきい値を設定し、そのしきい値以上となる範囲ヒストグラムを作成している。例えば、図 3 において、撮像部 2 は、図 3 におけるカメラ画像において、左から右に走査線 4 1 を走査する。そして、原画像の濃度が路面濃度により決まる所定のしきい値以上となる範囲で、図 4 の（b）の様に濃度ヒストグラムを原画像データより求める。その後、個々の濃度ヒストグラムにおいて幾何学的な中心位置あるいは重心位置となる中央位置 1 を求め、図 4 の（c）の如く、各白線 3 0 の中央位置である中央位置 1 を検出する。この様な処理が X 座標の右端の位置まで繰り返して、白線 3 0 の数と位置を検出する。

【0032】また、走行レーン 2 9 の左側に存在する、濃度がしきい値以上であるヒストグラムが单一の白線 3 0 だけでなく、複数の白線 3 0 が集まつた白線群（例えば、実線 3 2、破線 3 3 等）である場合には、白線群 3 1 における個々のヒストグラムの全てに対する幾何学的な重心位置あるいは中央位置を算出し、路面幅 W_o の左側に存在する白線群 3 1 の中心位置を求める。同様にして、路面幅 W_o の右側に存在する所定の濃度しきい値以上となるヒストグラムの全てに対する幾何学的な重心位置あるいは中央位置を求める。路面幅 W_o の右側に存在する白線群 3 1 の中央位置を求める。以上により、走行レーン 2 9 の左右両側に存在する白線 3 0 間の境界を確実に検出することができる（図 4 の（d）参照）。

【0033】出現度数測定部 1 1 は、濃度分布測定部 7 にて作成された濃度ヒストグラムのデータに対して路面の濃度値より高いしきい値を設定し、ヒストグラムのデータが所定しきい値以上となる範囲を 1 グループとしてグルーピ化して、1 画像データ内でのグルーピ化された複数のグループの出現頻度 N_s と、その各グループの時系列的な出現頻度 N_{st} の度数をカウントする。所定の時間内におけるグループの出現頻度 N_s と時系列的なグループの出現頻度 N_{st} の大きい方の和、または、積を求め

ると、実線 3 2 による白線 3 0 の場合は時系列的にグループの出現度数が高くなる。一方、破線 3 3 やブロック状 3 4 の白線では時系列で見ると、出現度数が低くなる。よって、この様な出現度の現れ方の特性を利用して、白線 3 0 の構成要素である実線 3 2 、破線 3 3 、或いは、ブロック状 3 4 の白線 3 0 を正確に判定することができる。

【0034】オフセット設定部 8 は、実線 3 2 や破線 3 3 と言った様々な種類の白線 3 0 により構成される複合線が検出される場合に、走行レーン両側の白線の内側境界から外側方向に対して、所定値 (a) を加え、走行レーンの路面幅を広くするため、その所定値を本装置内のメモリに記憶させて、設定することができるようになっている。

【0035】判定部 1 2 は、走行レーン 2 9 を区別する境界線、つまり、1 本または複数の白線 3 0 にて構成されているとき、図 2 に示す複数の白線形態からパターン

が判定され、白線 3 0 の標示形態により、どこからの位置を走行レーン 2 0 の境界 (レーン境界) と見なすかを判定するものであり、以下に白線 3 0 の標示形態からの判定方法について説明する。

【0036】(1) 単線、偶数本の多重線、ゼブラで構成される車線の境界線であるとき、左右の白線群 3 1 で形成される路面幅 W_o が道路幅相当であり、(表 1) に該当する場合には、路面幅 W_o に接する直線を走行レーン 2 9 の境界を示す位置として出力部 1 3 に出力する。

【0037】具体的には、以下の場合には白線 3 0 により決定される走行レーン 2 9 に対して、左右の白線間の最も内側の境界位置 (本実施形態においては、これを「内り」と定義する) を、レーンマーク境界線とする。

【0038】

【表 1】

判 定 方 法	W_L , W_R	N_L , N_R	出現度の直線		分類
			高	低	
【単線】	15cm~20cm	1	含む	含まない	島内部境界位置
	白線は単線であり、その幅が 15cm~20cm である実線				
【複数・分岐・登坂斜線】	15cm~20cm	1	含まない	含む	
	白線は複数であり、その幅が 15cm~20cm である複数				
【合流・分岐・登坂斜線】	30cm~100cm	1	含まない	含む	
	一方 (右) の車線境界線が 15cm または 20cm であり、かつ、他方 (左) の白線が幅の広いブロックであるときのブロック				
【ゼブラ】	30cm 以上	1	含む	含まない	
	一方 (右) の車線境界線が 15cm または 20cm であり、かつ、他方 (左) の白線が幅の広いゼブラであるときのゼブラ	不定			
【多重線】	30cm 以上	2 及び 4 以上	含む	含まない	
	同じ太さの白線が所定本数以上、あるいは、合計の幅が所定以上で構成されている				

単線：白線 3 0 は単線であり、その幅 W_o が 1.5~2.0 cm である実線 3 2 、または、白線 3 0 は単線で、その幅が 1.5~2.0 cm である破線 3 3 (図 6 の (a) 、(b) 参照)

合流・分岐・登坂斜線：一方 (右) の車線境界線が 1.5 cm または 2.0 cm であり且つ他方 (左) の白線 3 0 が幅の広いブロック状 3 4 、3 5 であり、左右の白線領域の W_L 、 W_R は、3.0~1.00 cm である (図 6 の (c) 、(d) 参照)。

【0039】ゼブラ：一方 (右) の車線境界線が 1.5 cm または 2.0 cm であり且つ他方 (左) の白線が幅の広いゼブラ 3 7 であり、左右の白線領域の W_L 、 W_R は、3.0

cm 以上の不定である (図 6 の (e) 参照)。

【0040】多重線：多重線 3 8 、3 9 は、同じ太さの白線が所定本数 (偶数本) 以上、あるいは、合計の幅が所定以上で構成されており、左右の白線領域の W_L 、 W_R は、3.0~3.0 cm 以上である。この場合、白線領域の左右の直線数 N_L 、 N_R は、2 か 4 以上となる (図 6 の (f) 、(g) 参照)。

【0041】(2) 奇数本の多重線、複合線区間の車線境界線 5 1 、5 2 であるとき、左右の白線群 3 1 の距離となる路面幅 W_o が道路幅相当であり、(表 2) に該当する場合には、濃度分布の中央位置出力 2 の位置を走行レーンの境界を示す位置として出力部 1 3 に出力する。

【0042】

【表2】

判 定 方 法	W _L , W _R	N _L , N _R	出現頻度の車線		分類
			高	低	
【多直線】 同じ太さの白線が所定本数以下、あるいは、合計の幅が所定以下で構成されており、左右の白線領域のW _L , W _R は、3.5 cm以上である。この場合、白線領域の左右の直線数N _L , N _R は、3となる（図7の（a）, (b) 参照）。	35cm以上	3	含む	含まない	分布の中央位置
【複合線区間の車線境界線】 単線破線とブロック線との組み合わせで構成されている	45cm以上	3	含まない	含む	

多直線：同じ太さの白線が奇数本、あるいは、合計の幅が所定以下で構成されており、左右の白線領域のW_L, W_Rは、3.5 cm以上である。この場合、白線領域の左右の直線数N_L, N_Rは、3となる（図7の（a）, (b) 参照）。

【0043】複合線区間：単線の破線とブロック状の白線との組み合せで構成されており、左右の白線領域のW_L, W_Rは、4.5 cm以上である。この場合、白線領域の左右の直線数N_L, N_Rは、3となる（図7の（c）, (d) 参照）。

【0044】（3）複合区間、複合線区間の車道外側線6 1、複合線区間の車線境界線6 2、複合線区間の車道外側線6 1であるとき、左右の白線群3 1の距離となる路面幅W_oが道路幅相当であり、（表3）に該当する場合には、路面幅W_oに接する直線に対して走行レーン2 9の外側方向に所定値（a）を加えた位置を走行レーン2 9の境界を示す位置として出力部1 3に出力する。

【0045】
【表3】

判 定 方 法	W _L , W _R	N _L , N _R	出現頻度の車線		分類
			高	低	
【複合区間】 急激にレーン幅W _o が減少し、また、減少時のレーン境界位置より内側のブロック状道路標示の存在を認めた場合、左右の白線領域のW _L , W _R は、4.5 cm以上であり、白線領域の左右の直線数N _L , N _R は、3となる（図8の（a）参照）。	45cm以上	3	含まない	含む	局内側境界位置 + a
【複合線区間の車線境界線】 単線実線とブロック線との組み合せで構成されている	45cm以上	2	含む	含む	
【複合線区間の車線境界線】 単線破線とブロック線との組み合せで構成されているが、各白線の境界線が不明瞭	45cm以上 65cm以下	1	含まない	含む	局内側境界位置 + a
【複合線区間の車道外側線】 単線実線とブロック線との組み合せで構成されているが、各白線の境界線が不明瞭	45cm以上 65cm以下	1 1	含む 含む	含まれても もかまわ ない	

複合線区間：急激にレーン幅W_oが減少し、また、減少前のレーン境界位置より内側のブロック状道路標示の存在を認めた場合、左右の白線領域のW_L, W_Rは、4.5 cm以上であり、白線領域の左右の直線数N_L, N_Rは、3となる（図8の（a）参照）。

【0046】複合線区間の車道外側線：単線実線とブロック線との組み合せで構成されており、左右の白線領域のW_L, W_Rは、4.5 cm以上であり、白線領域の左右の直線数N_L, N_Rは、3となる（図8の（b）参

照）。

【0047】複合線区間の車線境界線：単線破線とブロック線との組み合せで構成されているが、各白線の境界線が不明瞭であり、左右の白線領域のW_L, W_Rは、4.5~8.5 cmであり、白線領域の左右の直線数N_L, N_Rは、1となる（図8の（c）参照）。

【0048】複合線区間の車道外側線：単線実線とブロック線との組み合せで構成されているが、各白線の境界線が不明瞭であり、左右の白線領域のW_L, W_R

N_L は、4.5~5.5 cm であり、白線領域の左右の直線数 N_R は、1 となる(図8の(d)参照)。

【0049】出力部13は、判定部12により決定されたレーンマーク境界位置を示す信号が、外部の警報装置や速度制御装置等に代表されるシステム制御装置に対して出力される。

【0050】本実施形態においては、濃度分布測定部7が抽出する濃度ヒストグラムに対する処理と同様に、エッジ分布測定部5が抽出するエッジヒストグラムに対して、中央位置検出部10と出現度測定部11との処理を行い、レーン境界位置を求めることができる。

【0051】次に、走行レーンのレーン検出における本装置1の処理について、図9から図11を参照して説明する。

【0052】(第1実施形態)図9に第1実施形態におけるレーン検出方法を示す。このレーン検出処理では、ステップS10にて、撮像部2により車両の進行方向の白線3を含む風景を撮像する。その撮像した情報をカメラ画像としてフレームバッファ部4に入力する。ステップS11では画像データを微分することによりエッジ検出がされる。エッジ検出後、ステップS12では、画像データを微分した場合、極性が負となる負エッジ群と、極性が正となる正エッジ群を求める。また、エッジが存在する車両の位置に対し、左右のエッジ群に分離する。ステップS12で求めた左右のエッジ群に対して、ステップS13では公知のHough変換を行い、エッジ群から直線を決定する。そして、ステップS14では、負エッジ群により生成された直線と正エッジ群により生成された直線の組合せにより、車両最も近い直線と別の直線とで間隔が最も広い空間において、その空間の一方が負のエッジとなり、他方が正のエッジとなる極性路面幅W₀として、図4に示す様に決定する。

【0053】ステップS14にて走行レーン29に対しで、路面幅W₀の両端の辺りにより左右の境界線が検出されると、この境界線に基いて、ステップS15ではエンドウ42の領域設定が行われる。ここでは、左右両方の境界線が含まれ、検出対象となる領域においてY方向の奥行きが決定されて、ウィンドウ42の範囲が設定される。この場合、X方向およびY方向のウィンドウ42の大きさは固定であっても、走行状態により大きさを変化させても良い。

【0054】ウィンドウ42の設定がなされると、ステップS16では、図4の(b)に示す如く、ウィンドウ42の範囲内での原画像に対して、濃度ヒストグラムの作成が行われる。そして、ノイズレベル(ノイズの濃度しきい値)以上の画像データから、ステップS17では濃度ヒストグラムの幾何学的重心あるいは中央位置を公式的算出方法により求め、その点を個々に存在する白線中央位置とする(図4の(c)に示す中央位置1)。また、ステップS17にて個々の白線中央位置が求まる

と、今度は、ステップS18にて出現度数の測定がなされる。この出現度数の測定とは、濃度ヒストグラムのデータに対して路面の濃度以上となる濃度領域をグループ化する。そして、画面内での出現度数N_sと時間的な出現度数N_tをカウントして、所定時間内の出現頻度N_sと出現度数N_tの和または積等の比較を行う。次のステップS19ではレーンマーク境界位置を求めるレーン境界位置判定を行い、ここでは、(表1)から(表3)に従う判定により、白線30を実線32、破線33、ブロック状34、ゼブラ37、多県線38、39等に形態により分類する。そして、ステップS20にて、ステップS19より判定したレーンマーク境界位置として、外部の制御装置にに出力する。

【0055】図9に示す第1実施形態におけるレーン検出方法では、画像データからの濃度ヒストグラムを作成することにより、走行レーン29に対する左右の濃度ヒストグラムの幾何学的な重心位置あるいは中央位置を求めるこによって、走行レーン29の左右に存在する個々の白線30あるいは白線群31の中央位置がわかる。これによって、レーンマーク境界位置を正確に検出し、外部装置に対しても正確なレーン境界情報を出力することができる。

【0056】(第2実施形態)次に、レーン検出処理の第2実施形態について、図10を参照して説明する。図10に示す第2実施形態では、基本的なレーン検出処理方法は、図9に示す第1実施形態と概略は同じである。しかし、図9の第1実施形態においては、濃度ヒストグラムデータから左右の白線群31の中央位置あるいは重心位置を求めていたものに代わって、図10に示す第2実施形態では、画像データを微分した場合に検出されるエッジに基き、エッジヒストグラムより左右の白線群31の中央位置あるいは重心位置を求める方法が、図9と異なっている。

【0057】つまり、図9に示すステップS16が、図10ではステップS16aに代わっている。このステップS16aでは、原画像からの正のエッジおよび負のエッジを検出し、検出された正および負のエッジをウィンドウ42のY方向における奥行き分(Y方向の幅分)だけ累積することにより、図5の(e)に示す如く、個々の正負のエッジヒストグラムを作成する。このエッジに基づくエッジヒストグラムより幾何学的重心あるいは中央位置を、図5の(d)に示す如く、正と負で求める。そして、その正と負のエッジの中心を、図5の(e)の如く、個々の白線の中央位置として求める。更にその後、白線群31の中央となる位置を、図5の(f)の如く求め、エッジヒストグラムよりレーンマーク境界位置を正確に検出し、外部装置に対しても正確なレーン境界情報を出力することができる。この様に、ヒストグラムにエッジを用いることにより、レーンマーク境界位置を決定し易くできる。

【0058】(第3実施形態)図11に、第3実施形態を示す。この図11に示すフローチャートは、図9に示す第1実施形態と、図10に示す第2実施形態を組み合せた例であり、図11に示す左側の処理であるステップS10-S20は、図9に示すステップS10-S20に一致し、図11に示す右側の処理であるステップS15a-S19aが図10に示すステップS15-S19に相当する。この方法によれば、一方の処理(左側の処理)では濃度ヒストグラムによりレーンマーク境界位置を決定し、他方の処理(右側の処理)ではエッジヒストグラムよりレーンマーク境界位置を決定するようにならうので、これらの2つの処理は走行する路面状況に応じて切り替える様にすることもできる。例えば、白線30が標示される路面の状態をセンサ等により検出し、路面状態に応じてスイッチ等の切替手段によって、2つのレーン検出処理を並列処理しても良い。また、これとは別に、並列処理ではなく、直列処理も行えることは言うまでもない。

【0059】上記した様に、本実施形態においては、境界線を構成する白線群の中で、最も内側の境界位置または、白線群31の中央位置あるいは重心位置を検出する方法を取る。白線群間31の隣間の境界を検出しなくても良い。このため、走行路面において白線30の汚れや影等による外乱が存在しても、安定して走行レーンのレーンマーク境界位置を特定できる。また、画像処理における画面情報に対する分解能が低くて、不安定した状態でレーン境界位置を特定することができる。

【0060】

【発明の効果】本発明によれば、撮像手段により所定領域の車線を含む移動体の走行レーンを撮像し、得られた画像データに基づき、ヒストグラムを作成してヒストグラムの集まりを検出してグループ化を行う。そして、グループ化されたヒストグラムの中で、個々のヒストグラムの中央となる第1中央位置を検出し、第1中央位置に基づき、グループ化されたヒストグラムの集まりの中で中央となる第2中央位置を検出し、異なるグループのヒストグラム間どうしの第2中央位置に基づき、レーンマークまたはレーンマークが複数存在するレーンマーク群の中央を検出し、レーンマーク境界位置を決めるようにして、画像データに基づいてヒストグラムの作成により、安定したレーンマーク境界位置の検出を行なうことができる。例えば、走行レーンにおいて車線の汚れ、剥がれ、影、低コントラスト等による外乱により、白線情報の欠陥があつても、ヒストグラム自身は大きく変化せず、画像データのヒストグラムを基にし、安定した状態で走行レーンのレーンマーク境界位置を特定することができる。これによって、この車線境界検出装置を車両に適用した場合には、レーンマーク境界位置を安定した状態で特定できるので、レーンマーク境界位置を制御内で使用する制御装置(例えば、自動航行装置、自動操縦裝置、

レーン逸脱警報装置等)の信頼性を向上させることができる。

【0061】この場合、ヒストグラムは、画像データの画像濃度による画像ヒストグラムあるいは画像データの微分により求められるエッジのエッジヒストグラムであれば、所定領域の画像濃度を単に累積することによって画像ヒストグラムの作成ができる。あるいは、画像データを半に微分することによりエッジを求め、そのエッジを所定領域累積することによってエッジヒストグラムが作成できるので、簡単な方法により、走行レーンのレーンマーク境界位置を特定することができる。

【0062】また、画像データを微分した場合、正負のエッジを求め、グループ化された中の正負のエッジの状態に基づき走行レーンを求める、走行レーンの幅W_o、グループ化されたレーンマーク群の左のレーンマーク群の幅W_L、W_Rおよび左右のレーンマーク群の左の走行レーン幅W_L、W_Rおよび左右のレーンマーク群の中のレーンマークの数N_L、N_Rより、レーンマークの標示形態を割り当て、標示形態によりレーンマーク境界位置を求めるようにしたので、画像データからの正負のエッジを基にして走行レーンを求める、自車に最も近い走行レーンと他の走行レーンとの間で最も広い空間を検出し、その空間を走行レーンの路面幅W_oと見なすことができる。そして、走行レーンの左右の走行レーン幅W_L、W_Rおよび左右の走行レーン数N_L、N_Rを求めて、レーンマーク表示形態を割り当てることによって、レーンマーク境界位置を簡単な方法により求めることができる。

【0063】この場合、レーンマークまたはレーンマーク群が、単線、合流・分歧、登坂車線、ゼブラ、偶数本の多重線の場合には、走行レーン両側のレーンマークに対して最も内側を境界位置とすれば、レーンマークまたはレーンマーク群が單線、合流・分歧、登坂車線、ゼブラ、偶数本の多重線の場合には、走行レーン両側のレーンマークに対して最も内側がレーンマーク境界位置となり、標示形態により確実にレーンマーク境界位置を特定することができる。

【0064】また、レーンマーク群が、奇数本の多重線、複合線区間の車線境界線の場合には、グループ化されたレーンマーク群の中央位置あるいは重心位置をレーンマーク境界位置とすれば、レーンマーク群が、奇数本の多重線、複合線区間の車線境界線の場合には、グループ化されたレーンマーク群の中央位置あるいは重心位置をレーンマーク境界位置となり、標示形態により確実にレーンマーク境界位置を特定することができる。

【0065】更に、レーンマーク群が、複合線区間、複合線区間の車道外側線・車線境界線の場合には、走行レーン両側の車線に対して最も内側に所定範囲を加えたものをレーンマーク境界位置とすれば、レーンマーク群

が、複合線区間、複合線区間の車道外側線／車線境界線の場合は、走行レーン両側の車線に対して最も内側に所定範囲を加えたものをレーンマーク境界位置となり、標示形態により確実にレーンマーク境界位置を特定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における車線境界検出装置の構成を示したブロック図である。

【図2】一般に路面に設けられる白線の標示形態の一例を示す説明図である。

【図3】図1に示す車線境界検出装置の撮像部によって撮像された画像データを示す平面図である。

【図4】図1に示す撮像部より撮像された画像データ（原画像）から濃度のヒストグラムを求め、エッジ検出を行なう白線群の中央位置を求めるタスクマッピングチャートである。

【図5】図1に示す撮像部より撮像された画像データ（原画像）から濃度のヒストグラムを求め、エッジ検出を行なう白線群の中央位置を求めるタスクマッピングチャートである。

【図6】本発明の一実施形態における車線境界検出装置によって決定された走行レーンと白線との車線境界（内り）を示す説明図である。

【図7】本発明の一実施形態における車線境界検出装置によって決定された走行レーンと白線との車線境界（内り）を示す説明図である。

【図8】本発明の一実施形態における車線境界検出装置によって決定された走行レーンと白線との車線境界（内り+α）を示す説明図である。

【図9】第1実施形態におけるレーン検出の処理を示すフローチャートである。

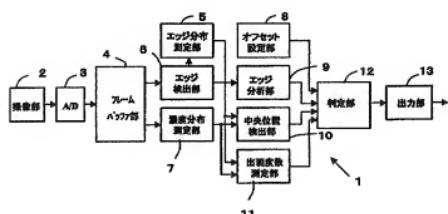
【図10】第2実施形態におけるレーン検出の処理を示すフローチャートである。

【図11】第3実施形態におけるレーン検出の処理を示すフローチャートである。

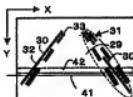
【符号の説明】

- 1 車線境界検出装置
- 2 撮像部（撮像手段）
- 3 エッジ検出部（グループ作成手段）
- 6 濃度分布測定部（ヒストグラム作成手段）
- 7 中央位置検出部（第1中央位置検出手段、第2中央位置検出手段、車線中央位置検出手段）
- 9 ウィンドウ（所定領域）
- 10 特定部
- 12 出力部
- 13 出力部
- 1 車線境界検出装置
- 2 撮像部（撮像手段）
- 3 エッジ検出部（グループ作成手段）
- 6 濃度分布測定部（ヒストグラム作成手段）
- 7 中央位置検出部（第1中央位置検出手段、第2中央位置検出手段、車線中央位置検出手段）
- 9 ウィンドウ（所定領域）
- 10 特定部
- 11 車線境界検出装置
- 12 出力部
- 13 出力部

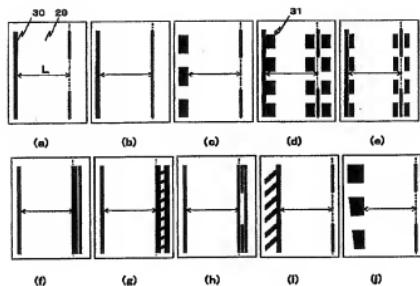
【図1】



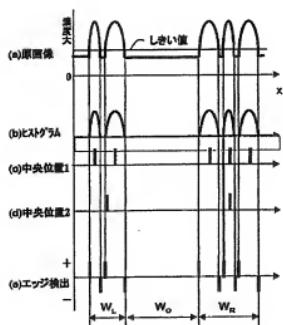
【図3】



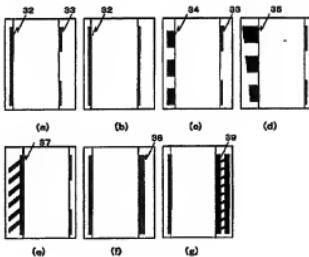
【図2】



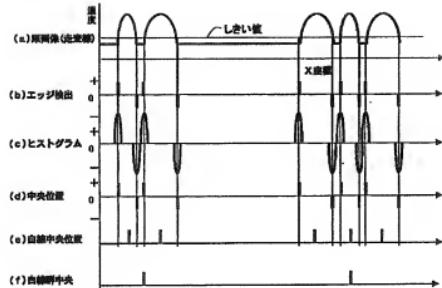
【図4】



【図6】

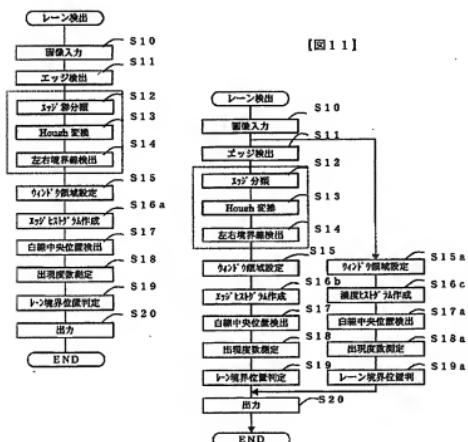


【図5】



【図10】

【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷
G 0 6 T 7/60

識別記号
2 0 0

F I
G 0 6 T 7/60

7-12-1 (参考)
2 0 0 J